

**DE 19924823**

**Device for finishing and assembling workpieces has support connectable to coupling members of which one is body of variable length which changes as support is adjusted by actor**

**Abstract**

The device has a support adjustable by actors of variable length and connectable to at least one coupling member (2, 4) designed as a body of variable length so that adjusting the support causes swivelling and a change in length of the coupling member. The coupling member has two or more parts of which one (2) can swivel relative to the housing (1) of the device and the other (4) is linearly displaceable relative to the first.

**BEST AVAILABLE COPY**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 24 823 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 23 Q 1/44**  
B 23 P 21/00  
B 23 Q 39/00

⑳ Aktenzeichen: 199 24 823.0  
㉔ Anmeldetag: 29. 5. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

**DE 199 24 823 A 1**

⑦① Anmelder:  
Weck, Manfred, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. h.c., 52074  
Aachen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Weck, Manfred, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.h.c., 52074  
Aachen, DE; Giesler, Matthias, Dipl.-Ing., 52066  
Aachen, DE; Hennes, Norbert, Dr.-Ing., 52066  
Aachen, DE; Liberzon, Alexander, Dipl.-Ing., 52074  
Aachen, DE; Vites, Boris, Dr.-Ing., 52066 Aachen,  
DE; Tüllmann, Udo, Dr., 73728 Esslingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Vorrichtung zur Bearbeitung und/oder Montage von Werkstücken

⑤⑦ Eine solche Vorrichtung hat einen mit Aktoren verstellbaren Träger, der mit mindestens einem Koppelglied verbunden ist, das eine ebene Verstellung des Trägers erlaubt. Diese Vorrichtung ist kompliziert ausgebildet. Wegen möglicher Kollisionen mit den Koppelgliedern dürfen die Aktoren nur in einem verhältnismäßig engen Bereich angeordnet werden. Die Optimierungsmöglichkeiten nach dem Steifigkeitskriterium werden dadurch eingeschränkt. Außerdem ist eine Vergrößerung der Antriebskräfte in den Aktoren notwendig.  
Um die Vorrichtung konstruktiv zu vereinfachen und so zu gestalten, daß eine Kollision der Aktoren mit den Koppelgliedern vermieden wird, ist zumindest ein Teil der Koppelglieder als Körper variabler Länge ausgeführt. Bei der Verstellung des Trägers werden die Koppelglieder entsprechend geschwenkt und in ihrer Länge verändert. Die Vorrichtung kann für die Bearbeitung von Werkstücken, aber auch zu Montagezwecken eingesetzt werden.

**DE 199 24 823 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bearbeitung und/oder Montage von Werkstücken nachdem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es sind Vorrichtungen bekannt, die mit einem Koppelgetriebe verbundene und mittels Aktoren verstellbare Träger aufweisen (DE 196 23 511 A1). Die Koppelgetriebe haben wenigstens zwei Koppelglieder, die gelenkig miteinander verbunden sind. Sie erlauben eine ebene Bewegung des Trägers und eine Sperrung des Freiheitsgrades quer zur Bewegungsebene. Eine solche Vorrichtung ist konstruktiv aufwendig ausgebildet. Um eine gewisse Symmetrie der Konstruktion aus Steifigkeitsgründen zu erhalten, sind oft vier Koppelglieder notwendig. Dies führt dazu, daß die Aktoren wegen potentieller Kollisionen mit den Koppelgliedern nur in einem relativ engen Bereich plaziert werden dürfen, was die Optimierungsmöglichkeiten nach dem Steifigkeitskriterium in der Bewegungsebene beschränkt und eine Vergrößerung der Antriebskräfte in den Aktoren bedingt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Vorrichtung so auszubilden, daß sie einen einfachen konstruktiven Aufbau hat und so gestaltet ist, daß die Möglichkeit der Kollision praktisch bei willkürlichen Anordnungen der Aktoren und der Koppelglieder beseitigt wird oder überhaupt fehlt.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird das Koppelglied durch Körper variabler Länge gebildet. Beim Verstellen des Trägers wird das Koppelglied entsprechend geschwenkt und in seiner Länge verändert. Dadurch wird eine Kollision zwischen den Aktoren und den Koppelgliedern zuverlässig vermieden. Der Träger kann das Werkzeug oder das Werkstück tragen. Der Träger wird mittels mindestens zweier Aktoren angetrieben und ist mit mindestens einem Koppelglied verbunden, das als Körper variabler Länge ausgebildet ist.

Die Koppelglieder bestehen vorteilhaft aus mindestens zwei Teilen, von denen ein Teil relativ zum Gehäuse der Vorrichtung schwenkbar und das zweite relativ zum ersten linear verschiebbar ist. Eine solche Bauweise vereinfacht die Konstruktion im Vergleich zu einem Koppelgetriebe mit Koppelgliedern konstanter Länge und erhöht die Möglichkeiten zur Aktorenanordnungsoptimierung ohne Kollision zwischen den Aktoren und den Koppelgliedern.

Falls die Aktoren mit dem einen Ende fest mit dem schwenkbaren Teil und mit dem anderen Ende fest mit dem verschiebbaren Teil des Koppelglieds verbunden sind oder falls Koppelglieder variabler Länge als Linearmotoren ausgeführt werden, ist die Kollisionsgefahr im Prinzip beseitigt, wodurch es möglich wird, die Lage der Koppelglieder zum vorgegebenen Arbeitsraum der Werkzeugmaschine ohne Beschränkungen optimal anzupassen.

Bei der Anwendung der erfindungsgemäßen Ausbildung in einer Maschine sowohl für die Werkzeug- als auch für die Werkstückverstellung bekommt man eine Bearbeitungsvorrichtung, die eine modulare Bauweise und einen vergrößerten Verstellweg in X-Richtung besitzt. Dies ist für eine Bearbeitung von längeren Werkstücken notwendig. Wegen der geringeren Anzahl der Koppelglieder wird mit der erfindungsgemäßen Ausbildung die Unterbringung der Schwenkachsen der Koppelglieder variabler Längen in einem Gestell, das in Z-Richtung verfährt, erleichtert, wodurch der Einbau der Maschine in eine Transferstraße begünstigt wird.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den

weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand von in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

5 Fig. 1 bis Fig. 3 jeweils in perspektivischer und vereinfachter Darstellung verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Vorrichtungen mit in X- und Y-Richtung verstellbarer Spindel und in Z-Richtung verstellbarem Tisch,

10 Fig. 4 in perspektivischer und vereinfachter Darstellung eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit in X-, Y- und Z-Richtung verstellbarer Spindel,

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit in X- und Y-Richtung verstellbarer Spindel und mit in Z- und X-Richtung verstellbarem Tisch,

15 Fig. 6 und Fig. 7 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer kippbaren Spindel, wobei Fig. 6 die Lage für die 4-seitige Bearbeitung eines Werkstücks und

20 Fig. 7 die Lage für die Bearbeitung einer 5-ten Seite des Werkstückes zeigt.

Die Vorrichtung dient zur Bearbeitung von Werkstücken und/oder zur Montage.

25 Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung mit einem Gehäuse 1. Zum besseren Verständnis ist die vordere Wand des Gehäuses nicht gezeichnet. Im Gehäuse 1 sind zwei kippbare Gestellteile 2 (das zweite ist nicht dargestellt) mit Achsen 3 drehbar befestigt. Zwei verstellbare Schieber 4 mit Führungsschienen 5 sind mittels in den kippbaren Gestellteilen 2 befestigten Führungswagen 6 in diesen Gestellteilen verschiebbar gelagert. Die kippbaren Gestellteile 2 und die Schieber 4 bilden zusammen Koppelglieder 2, 4 variabler Länge. Die Schieber 4 sind an ihren einander zugewandten Enden durch ein Gelenk 7 miteinander drehbar verbunden. Die Achse des Gelenks 7 ist mit dem einen Schieber 4 fest und mit dem anderen drehbar verbunden. Die Achse des Gelenks 7 dient als Träger und stellt eine Hohlwelle (Spindelgehäuse) zur Aufnahme einer Spindel 8 mit einem Werkzeug 9 dar. Die Schwenkachsen 3 der Gestellteile 2 und die Achse des Gelenks 7 liegen parallel zueinander und in Z-Richtung. Ein Drehtisch 10 ist in Z-Richtung verstellbar auf einer Grundplatte 11 gelagert, die mit dem Gehäuse 1 fest verbunden ist.

Es sind verschiedene Varianten für den Antrieb der Schieber 4 möglich. Zum einen können die Koppelglieder 2, 4 variabler Länge als Linearmotoren ausgeführt werden, deren linear unbewegten Teile kippbar im Gehäuse 1 befestigt sind. Zum anderen kann man den Antrieb auf konventionelle Weise verwirklichen, beispielsweise mit einem Kugelgewindetrieb, dessen nichtdrehende Spindel durch seine Stützen fest mit dem Schieber 4 verbunden ist und vom auf dem kippbaren Gestellteil 2 plazierten Motor durch Riemenantrieb über eine drehbar auf dem kippbaren Gestellteil 2 befestigten Mutter angetrieben wird. Solch ein Kugelgewindetrieb stellt einen Aktor variabler Länge dar mit einem fest mit dem schwenkbaren Gestellteil 2 verbundenen Ende (Mutter des Kugelgewindetriebes) und mit dem anderen fest mit dem Schieber verbundenen Ende (Stütze der Spindel des Kugelgewindetriebes); der Abstand zwischen den Stützen seiner Spindel und der auf dem kippbaren Gestellteil befestigten Mutter wird bei ihrer Drehung geändert. Abhängig von der gewünschten Trajektorie der Spindelachse in der X-Y-Ebene bestimmt ein CNC-Rechner die notwendigen Längenänderungen der Aktoren, was auch kinematisch bedingte Längenänderungen der Koppelglieder 2, 4 variabler Länge zur Folge hat.

Im Unterschied zur Ausbildung gemäß Fig. 1 beinhalten die Vorrichtungen nach den Fig. 2 und 3 nur ein Koppelglied

2, 4 variabler Länge. Obwohl dies zur Senkung der gesamten Steifigkeit der Maschine führt, sind die Varianten nach den Fig. 2 und 3 einfacher und können Anwendung bei Manipulatoren finden, bei denen die Anforderungen an die Steifigkeit nicht so hoch wie bei Bearbeitungsmaschinen sind. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist das zweite Koppelglied variabler Länge durch einen Aktor 12 ersetzt, der mit einem Ende gelenkig mit dem Gehäuse 1 und mit dem anderen Ende mit dem Schieber 4 des Koppelgliedes 2, 4 verbunden wird. Der Aktor 12 ist als Teleskopteil ausgebildet, dessen Teleskopteile 12a, 12b ein- und ausgefahren werden können. Der Träger des Gelenkes 7, der entsprechend dem vorigen Ausführungsbeispiel als Hohlwelle ausgebildet ist, wird durch den Aktor 12 und den Antrieb des Schiebers 4 angetrieben und in der X-Y-Ebene bewegt. Der Träger des Gelenkes 7 zusammen mit der Spindel 8 und dem Werkzeug 9 wird durch Verfahren des Schiebers 4 im Gestellteil 2 innerhalb der X-Y-Ebene in die gewünschte Lage gefahren. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel kann in Verbindung mit dem Drehtisch 10 und dessen Verschiebbarkeit in Z-Richtung das auf ihm befindliche (nicht dargestellte) Werkstück in der gewünschten Weise bearbeitet werden.

Die Ausführungsform, die in Fig. 3 gezeigt wird, weist zwei Aktoren 12 auf, die mit dem Gestell 1 und dem Schieber 4, wie zuvor beschrieben, verbunden sind. Die Positionen 1 bis 11 in den Fig. 2 und 3 stimmen mit den entsprechenden Positionen in Fig. 1 überein. Der Träger des Gelenkes 7 wird mittels der beiden Aktoren 12 angetrieben. Das Koppelglied variabler Länge 2, 4 spielt dabei eine passive Rolle. Es sichert die Steifigkeit der Vorrichtung unter Momentenbelastung der Spindel 8 und wird durch die beiden Aktoren 12 geführt. Sie liegen, von ihren Anschlußstellen am Gelenk 7 aus gesehen, divergierend zueinander. Wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen liegen die Schwenkachsen 3 der Aktoren 12 und des Gestellteiles 2 parallel zueinander und in Z-Richtung. Im übrigen ist diese Ausführungsform gleich ausgebildet wie das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1. Die Aktoren 12 liegen vorzugsweise in einer gemeinsamen Ebene (X-Y-Ebene), können aber auch in Z-Richtung versetzt zueinander angeordnet sein.

Eine Maschine, die für den Einbau in eine Transferstraße gut geeignet ist, wird in Fig. 4 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind die Schwenkachsen 3 der Koppelglieder variabler Länge 2, 4 in einem rahmenförmigen Gestell 13 untergebracht, das mittels in Z-Richtung sich erstreckender Führungen 5' und mittels Führungswagen 6' relativ zum Gehäuse 1 quer zur X-Y-Bewegungsebene des Trägers des Gelenkes 7 verschiebbar ist. Die Führungswagen 6' sind mittels einer (nicht gezeigten) Kopplung mit dem Gestell 13 fest verbunden. Die Koppelglieder 2, 4 ragen durch das rahmenförmige Gestell 13 nach oben und nach unten. Die unteren Enden der V-förmig zueinander liegenden Koppelglieder 2, 4 sind in der anhand von Fig. 1 beschriebenen Weise mit dem in Z-Richtung sich erstreckenden Träger des Gelenkes 7 verbunden. Beim in Fig. 4 rechten Koppelglied ist wiederum das Gestellteil 2, das den Schieber 4 aufnimmt, nicht dargestellt. Die Positionen 1 bis 9 in Fig. 4 stimmen mit den entsprechenden Positionen in Fig. 1 überein. Die Lage des Werkzeugs 9 in Z-Richtung ist durch einen Antrieb zur Verstellung des Gestells 13 bestimmt. Es ist auch die Variante mit einem Träger möglich, der eine quer zur Bewegungsebene des Trägers linear verschiebbare Pinole mit der Spindel 8 aufnimmt.

Eine Bearbeitungsvorrichtung mit größerem X-Verfahrensweg ist in Fig. 5 gezeigt. Das Modul zur Verschiebung der Spindel 8 ist entsprechend der Ausführungsform nach Fig. 1 gebaut. Nach dem gleichen Prinzip wird ein Modul für die Drehtischverstellung erstellt, mit dem Unterschied, daß die

Drehachsen 3' der Gelenke und des Drehtisches 10 in der X-Y-Ebene liegen, so daß der Drehtisch 10 in X- und in Z-Richtung verstellbar ist. Bauteile, die den Elementen des Moduls der Tischverschiebung entsprechen, sind mit " bezeichnet. Der Drehtisch 10 sitzt drehfest auf einem in Y-Richtung sich erstreckenden Gelenk 7', das ein Gehäuse für einen Drehtischmotor bildet und drehfest mit einem Schieber 4' des Koppelgliedes 2', 4' verbunden ist. Ein Schieber 4' eines weiteren Koppelgliedes 2'', 4'' variabler Länge ist mit einem Ende gelenkig mit dem Gelenk 7'' verbunden. Die beiden Koppelglieder 2', 4' variabler Länge sind V-förmig zueinander im Gehäuse 1 schwenkbar gelagert. Ihre Schwenkachsen 3'' erstrecken sich in Y-Richtung. Die Koppelglieder 2'', 4'' sind gleich ausgebildet wie die V-förmig zueinander liegenden Koppelglieder 2, 4, die über den in Z-Richtung sich erstreckenden Träger des Gelenkes 7 miteinander verbunden sind und sich im Bereich oberhalb der Koppelglieder 2', 4' befinden. Um die Orientierung des auf dem Drehtisch 10 befindlichen Werkstückes bei seinen Bewegungen in der X-Z-Ebene konstant zu halten, muß die Verstellung der Koppelglieder 2', 4' variabler Länge durch eine entsprechende Drehung des Drehtisches 10 um die Achse des Gelenkes 7'' begleitet werden. Weil der Drehtisch 10 und die Spindel 8 in X-Richtung verstellbar sind, ist die Bearbeitung von längeren Werkstücken möglich.

In den Fig. 6 und 7 wird eine Maschine dargestellt, die für eine 5-seitige Bearbeitung des Werkstückes dient. Das Modul der Tischverstellung ist so ausgebildet wie bei der Vorrichtung gemäß Fig. 5. Die Bauelemente, die den Elementen des Moduls der Tischverschiebung entsprechen, sind auch hier mit " bezeichnet. Das Modul zur Verstellung der Spindel besitzt drei Freiheitsgrade. Hauptunterschied dieser Konstruktion im Vergleich mit den oben dargestellten Ausführungsformen besteht darin, daß die Spindelachse in der Y-Z-Bewegungsebene des Trägers liegt, so daß sowohl die Bewegung der Spindel 8 in beliebiger Richtung in der Y-Z-Ebene als auch das Kippen der Spindel 8 durch die flächige Bewegung des Trägers erfolgt. Das Modul der Spindelverstellung besteht aus zwei Koppelgliedern 2, 4 variabler Länge und einem Aktor 12, die jeweils mit dem Gehäuse 1 und mit dem einen Ende mit einem plattenförmigen Träger 16 über Gelenke 14, 15 verbunden sind. Die Koppelglieder 2, 4 variabler Länge sind gleich ausgebildet wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1. Ihre Schwenkachsen 3 liegen in halber Länge der Gestellteile 2, in denen der Schieber 4 verschiebbar gelagert ist. Die verstellbaren Gelenke 15, der Schieber 4 des unteren Koppelgliedes 2, 4 und der Aktor 12 besitzen eine gemeinsame Achse. Dies ist aber nicht unbedingt nötig. Das eine Ende des Aktors 12 ist im Bereich unterhalb der Schwenkachsen 3 der Koppelglieder 2, 4 angeordnet, vorzugsweise im Bodenbereich des Gestelles 1. Der Träger des Gelenkes 7 kann mittels dreier unabhängiger Gelenke mit den Schiebern 4 und dem Aktor 12 verbunden sein. Genauso kann statt des Aktors 12 ein drittes Koppelglied (falls die Steifigkeitsanforderungen besonders hoch sind) eingesetzt werden, oder es kann eines der Koppelglieder 2, 4 variabler Länge durch einen Aktor (falls die Steifigkeitsanforderungen etwas niedriger sind) ersetzt werden. Fehlen die Bearbeitungskräfte (z. B. bei der Laserbearbeitung), können alle Koppelglieder variabler Länge bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 7 durch Aktoren ersetzt werden.

Bei der Stellung gemäß Fig. 6 ist der Aktor 12 vollständig eingefahren. Die Schlitten 4 der Koppelglieder 2, 4 sind derart relativ zu den Gestellteilen 2 verfahren, daß der Träger 16 in einer Vertikalebene (X-Y-Ebene) liegt und sich die Spindel 8 mit dem Werkzeug 9 horizontal erstreckt. Der Drehtisch 10 ist entsprechend der vorigen Ausführungsform auf dem vertikalen Gelenk 7'' vorgesehen und kann mit den

beiden V-förmig zueinander liegenden Koppelgliedern 2", 4" variabler Länge in die gewünschte Lage bezüglich des Werkzeuges 9 verstellt werden.

Für die Bearbeitung der 5-ten Seite des Werkstücks nehmen der Aktor 12, die Koppelglieder 2, 4 variable Länge und der Träger 16 die in Fig. 7 gezeigte Position ein. Um diese Lage zu erreichen, wird der Aktor 12 ausgefahren. Die Koppelglieder 2, 4 variabler Länge werden außerdem so verstellt, daß der Träger 16 in eine horizontale Lage verstellt wird, in der die Spindel 8 mit dem Werkzeug 9 vertikal nach unten gegen das zu bearbeitende Werkstück auf dem Drehtisch 10 gerichtet ist. Die Gestellteile 2 der Koppelglieder 2, 4 schwenken dabei um ihre Schwenkachsen 3, die sich in X-Richtung erstrecken. Außerdem werden bei dieser Verstellung des Trägers 16 die Schlitten 4 in den Gestellteilen 2 im erforderlichen Maße verschoben.

Der Träger 16 kann selbstverständlich in jede gewünschte Kippage zwischen den Stellungen gemäß den Fig. 6 und 7 verstellt werden. Mit der in den Fig. 6 und 7 gezeigten Konstruktion ist es möglich, die Bearbeitung von freiförmigen Flächen zu verwirklichen, wenn während der Bearbeitung eine Kippbewegung der Spindel 8 kontinuierlich und gleichzeitig mit der X-Bewegung des Werkstücks und/oder mit der Drehung des Drehtisches 10 vorgenommen wird.

Auf die beschriebene Weise ist es durch das formulierte Konstruktionsprinzip möglich, eine Familie einfacher und in modularer Bauweise hergestellter und zu verschiedenen Zwecken dienender Bearbeitungsvorrichtungen zu schaffen. Die aktiven, zur Verstellung der Spindel 8 und des Drehtisches 10 vorgesehenen Antriebselemente sind an eine Steuerung angeschlossen, mit der die erforderlichen Bewegungen der Antriebselemente gesteuert werden.

Die Vorrichtung kann vorteilhaft auch in der Mikromechanik eingesetzt werden. Die Aktoren werden in diesem Fall vorteilhaft durch Piezoaktoren ersetzt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bearbeitung und/oder Montage von Werkstücken, mit mindestens einem Träger, der durch mit ihm und einem Gehäuse verbundenen Aktoren variabler Länge verstellbar und der mit mindestens einem Koppelglied verbunden ist, das eine ebene Bewegung des Trägers erlaubt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Koppelglied (2, 4; 2", 4") als Körper variabler Länge ausgeführt ist, so daß die Verstellung des Trägers (7"; 16) das Schwenken und die Längenänderung des Koppelgliedes (2, 4; 2", 4") hervorruft.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppelglied (2, 4; 2", 4") mindestens aus zwei Teilen besteht, wobei der eine Teil (2; 2") relativ zum Gehäuse (1) der Vorrichtung schwenkbar und der andere Teil (4; 4") relativ zum ersten (2; 2") linear verschiebbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein drittes und jedes weitere Teil des Koppelgliedes (2, 4; 2", 4") – falls vorhanden – relativ zum vorherigen Teil linear verschiebbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktoren (12) mit einem Ende fest mit dem schwenkbaren Teil (2) und mit dem anderen Ende fest mit dem letzten verschiebbaren Teil (4) des Koppelgliedes (2, 4) verbunden sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Koppelglieder (2, 4; 2", 4") variabler Länge als Linearmotoren mit relativ zum Gehäuse (1) schwenkbaren, linear unbewegten Teilen (2; 2") ausgeführt sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger eine Spindel (8) mit einem Werkzeug (9) aufnimmt, deren Achse senkrecht zur Bewegungsebene des Trägers ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachsen (3) der Koppelglieder (2, 4) variabler Länge in einem Gestell (13) untergebracht sind, welches quer zur Bewegungsebene des Trägers linear verschiebbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger eine Pinole mit der Spindel (8) aufnimmt, die quer zur Bewegungsebene des Trägers linear verschiebbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (7") einen Drehtisch (10) mit dem Werkstück aufnimmt, der eine Drehung/Orientierung des Werkstückes in der Bewegungsebene erlaubt und dessen Achse senkrecht zur Bewegungsebene des Trägers (7") ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (16) eine Spindel oder einen Drehtisch (10) aufnimmt, deren Achse parallel zur Bewegungsebene ist, so daß die ebene Bewegung des Trägers (16) das Kippen des Werkzeuges (9) oder des Werkstücks erlaubt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (16) plattenförmig ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Seite des Trägers (16) das eine Koppelglied (2, 4) und an der anderen Seite das andere Koppelglied (2, 4) und der Aktor (12) angreifen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (12) und das andere Koppelglied (2, 4) am Träger (16) eine gemeinsame Schwenkachse (15) haben.

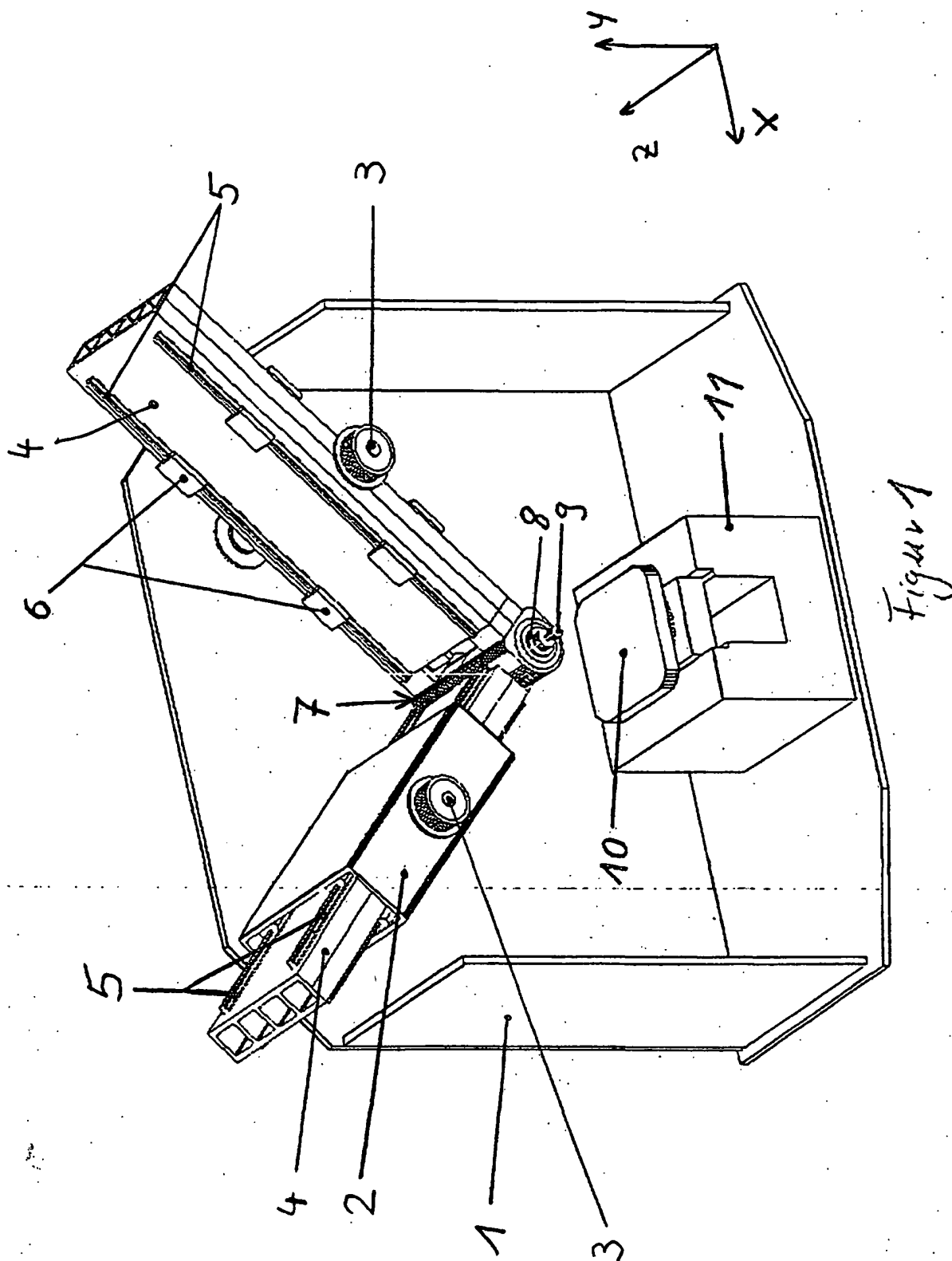
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anwendung in der Mikromechanik die Aktoren (12) als Piezoaktoren ausgeführt sind.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



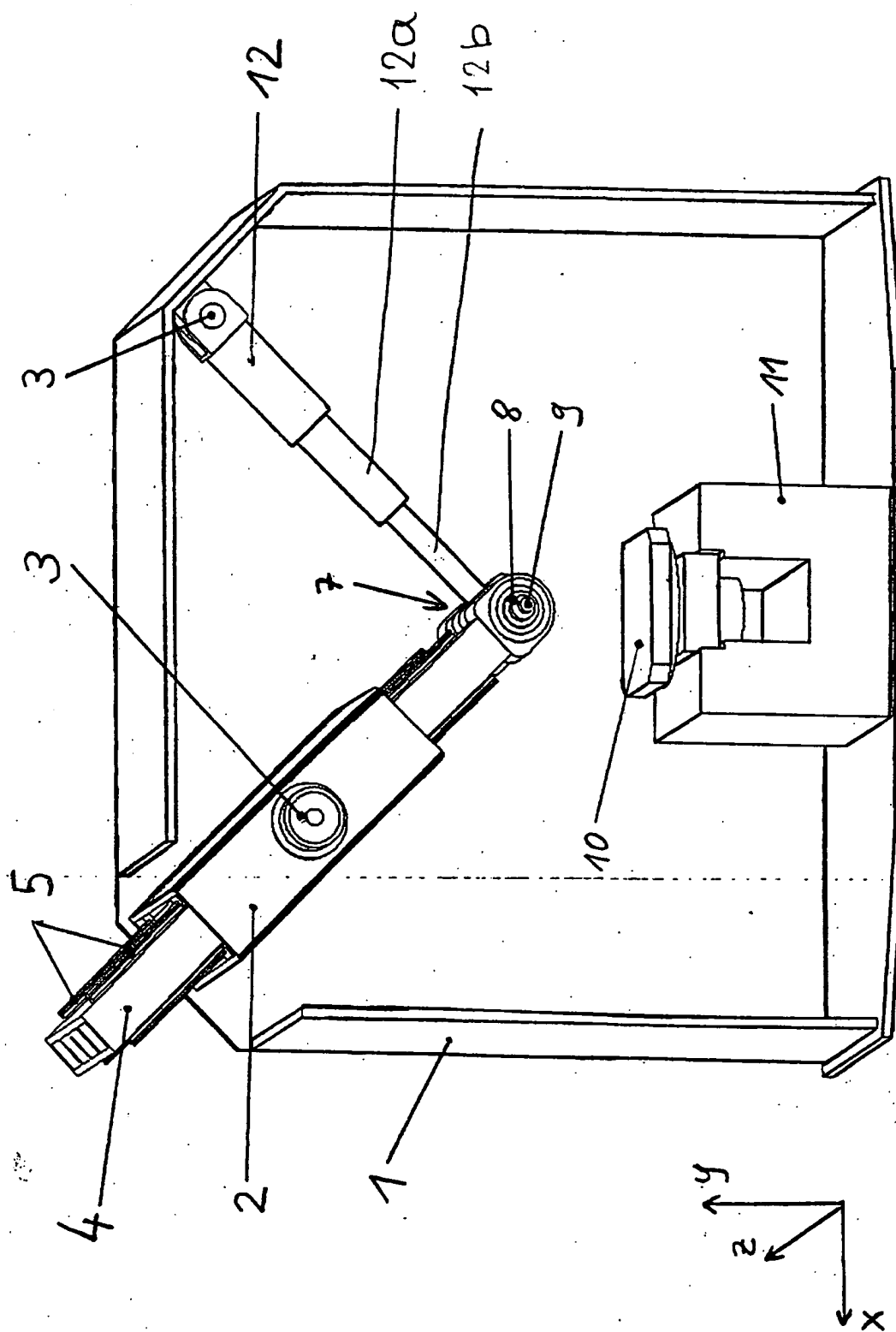
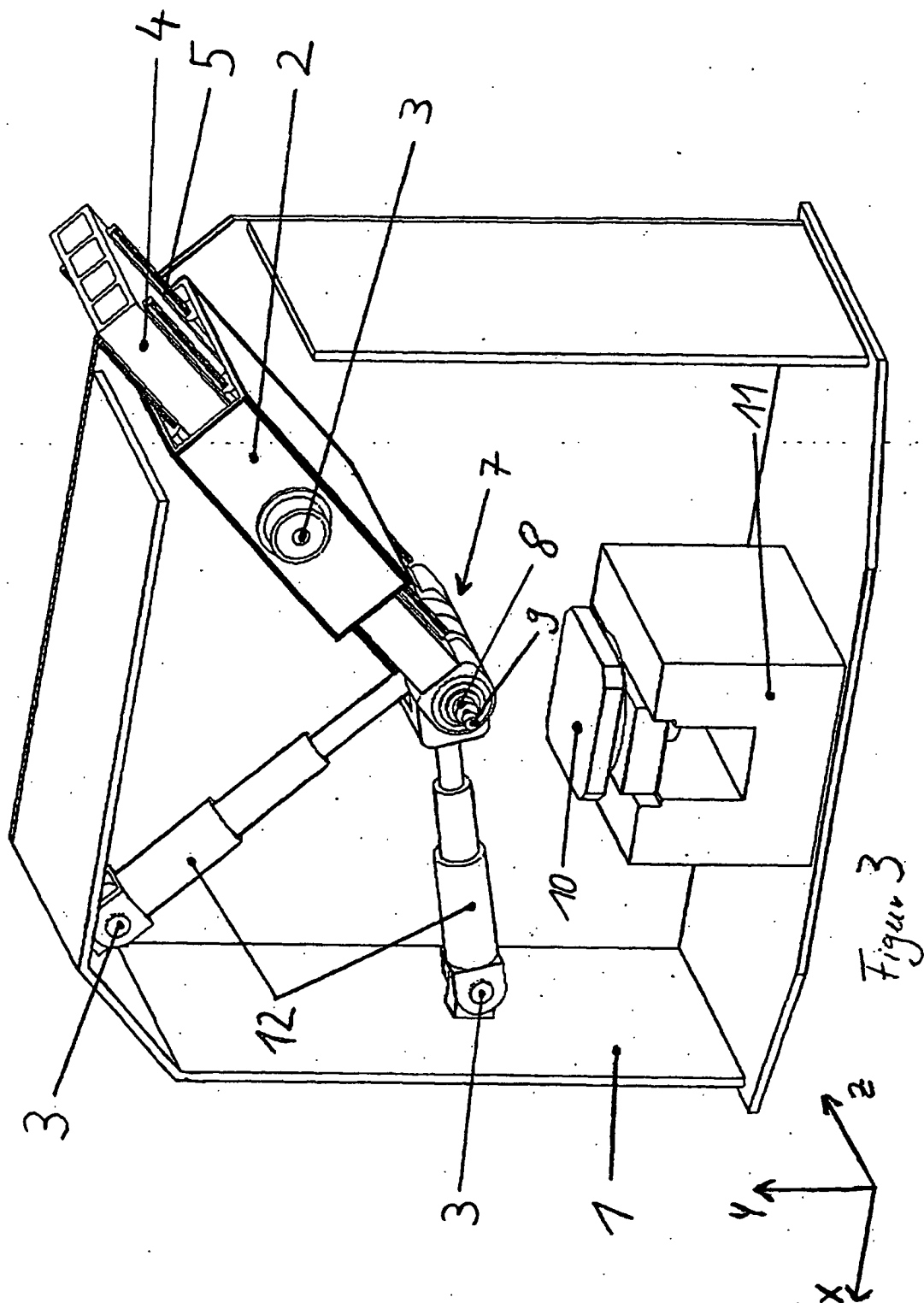
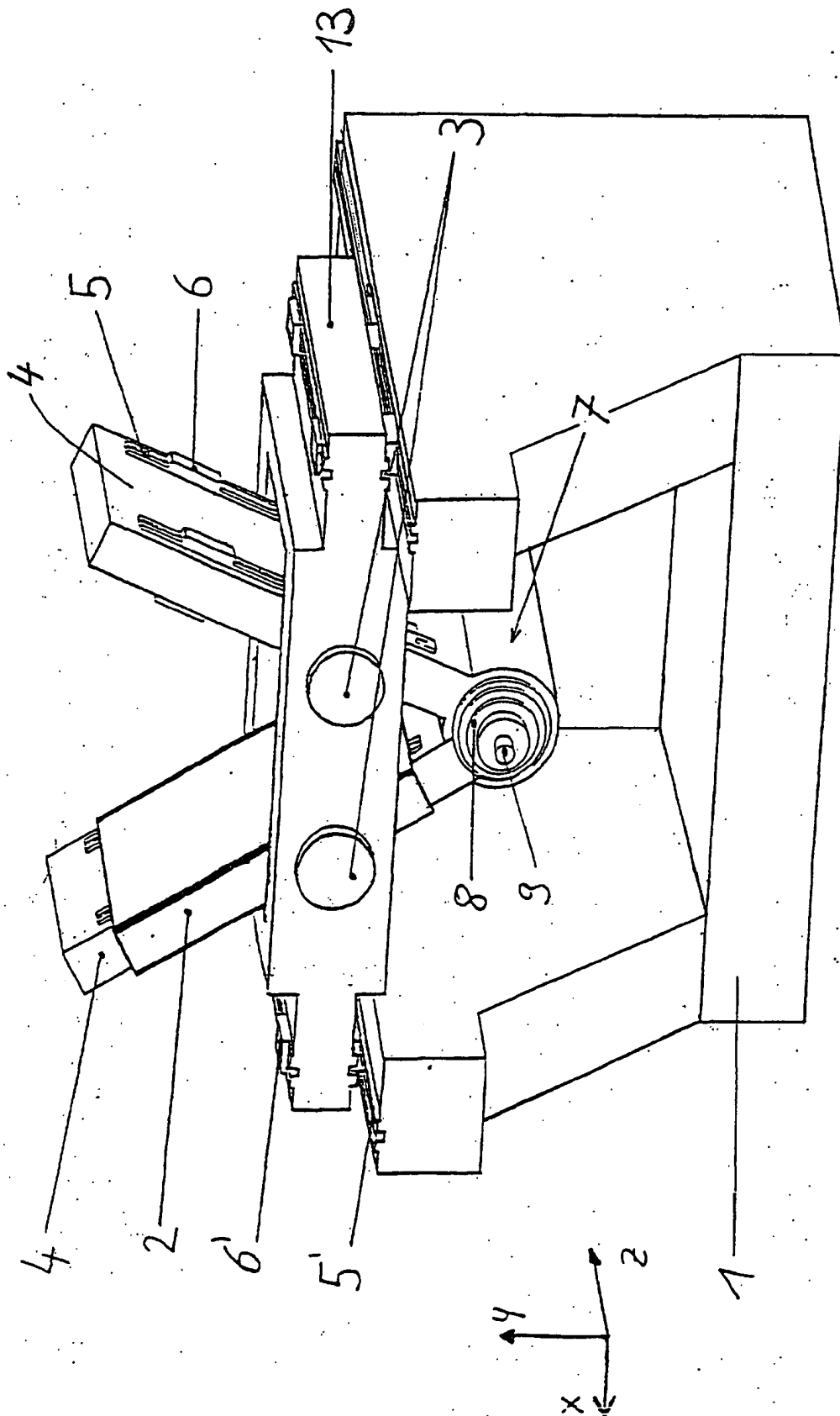


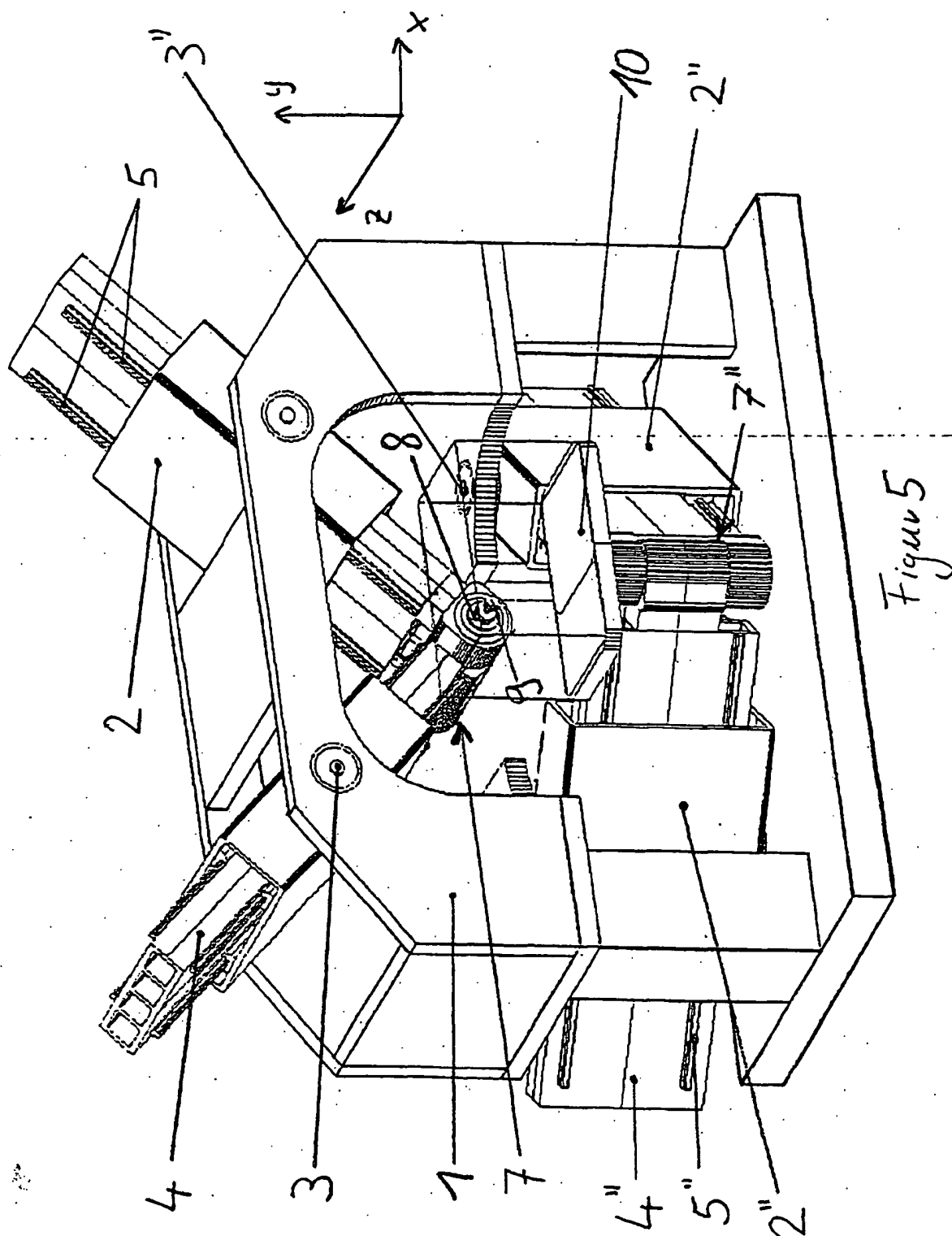
Figure 2







Figur 4



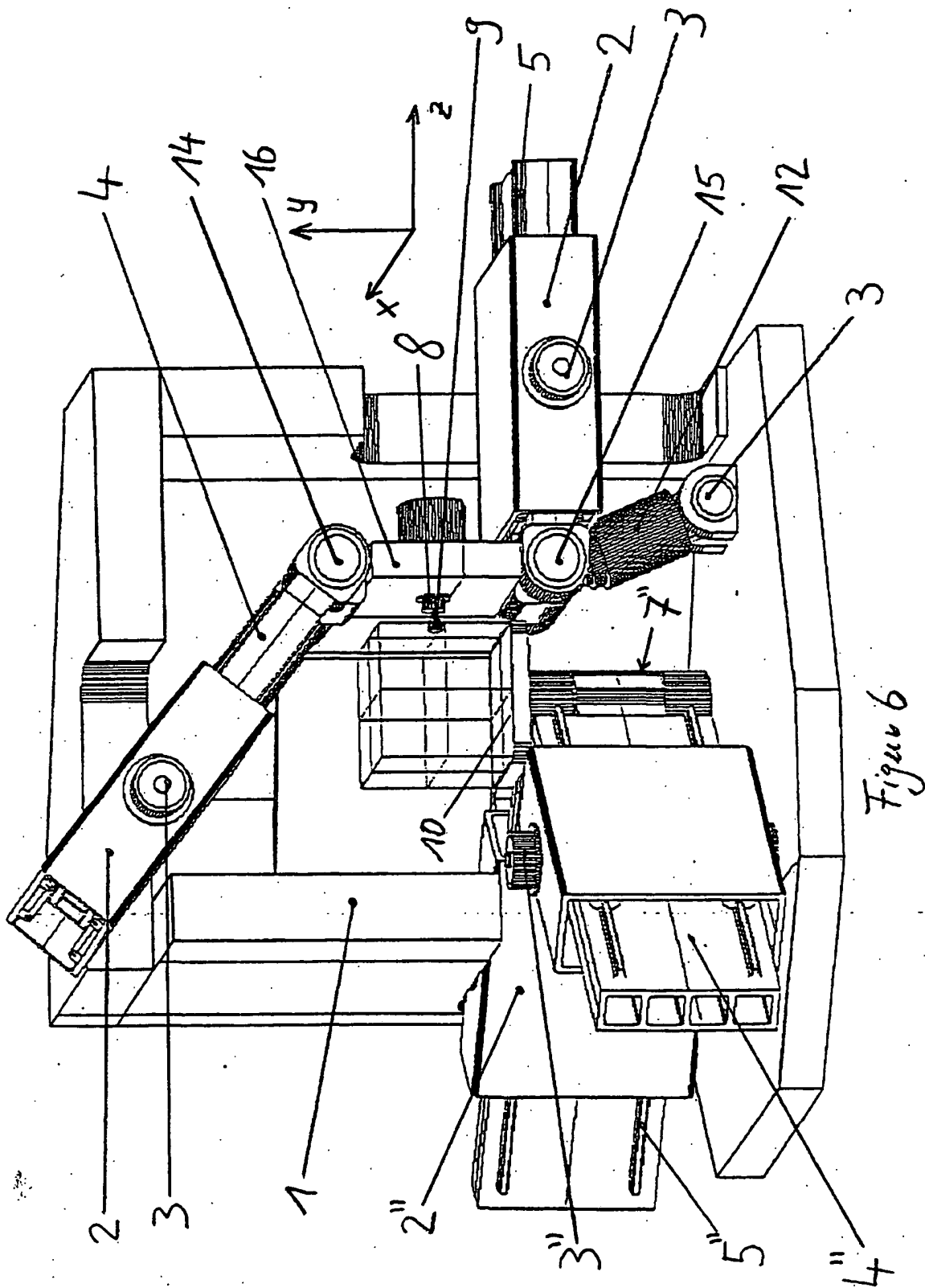
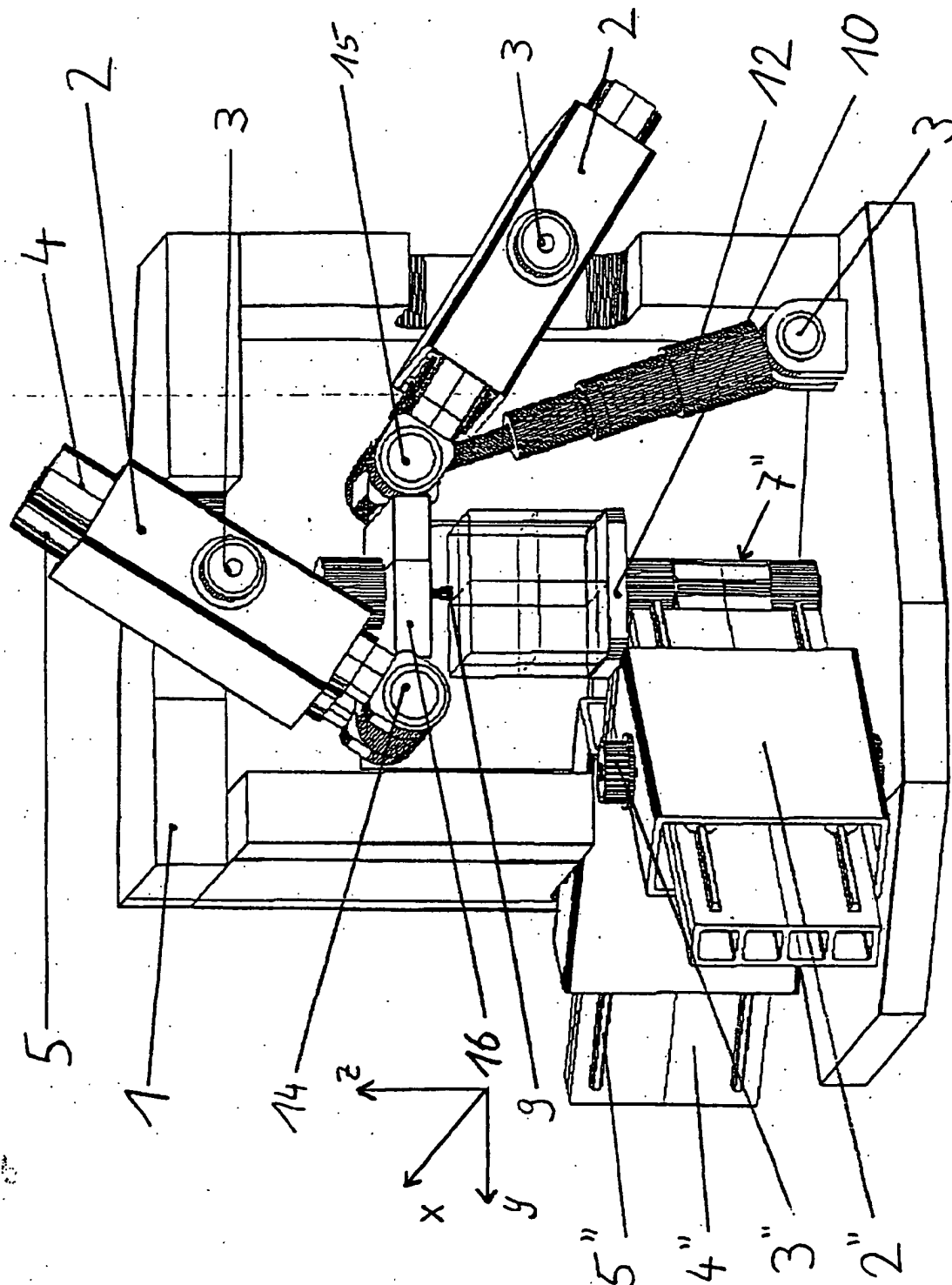


Figure 6



Figur 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ ~~LINE~~S OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**